

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000422

International filing date: 01 March 2005 (01.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 011 567.2
Filing date: 02 March 2004 (02.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 01 June 2005 (01.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 011 567.2

Anmeldetag: 02. März 2004

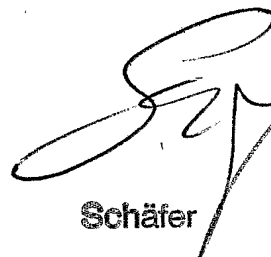
Anmelder/Inhaber: IST - Ionen Strahl Technologie - GmbH,
06484 Quedlinburg/DE

Bezeichnung: Halbfester Verbund und Verfahren zur Herstellung

IPC: H 05 K, C 08 J, C 23 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Mai 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Schäfer

Haftfester Verbund und Verfahren zur Herstellung

Die Erfindung betrifft einen haftfesten Verbund eines Substratmaterials, dessen Ober-
5 fläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit geringer
aktiver Oberflächenenergie aufweisen, mit einem anderen Material und ein Verfahren
zur Herstellung eines entsprechenden haftfesten Verbundes. Insbesondere betrifft die
Erfindung ein haftfest metallisiertes Fluorpolymer, wie Polytetrafluorethylen (PTFE),
als Basismaterial (Substratmaterial) für Leiterplatten mit einer sehr hohen Strukturdich-
10 te (Fein- und Feinstleiterplatten) für den Einsatz im GHz-Bereich und ein Verfahren zur
haftfesten Metallisierung eines entsprechenden Fluorpolymers.

Der haftfeste Verbund zweier unterschiedlicher Materialien, wie beispielsweise eines
Substratmaterials mit einem anderen Material, ist eine unabdingbare Voraussetzung für
15 eine Vielzahl technischer Anwendungen entsprechender Verbundmaterialien. So bildet
die haftfeste Metallisierung von Oberflächen eines Polymermaterials mit extrem guten
dielektrischen Eigenschaften (kleine Dielektrizitätskonstante ϵ_{rel} und geringe dielektri-
sche Verluste $\tan \delta$) eine wesentliche Grundlage für die Herstellung hochwertiger Lei-
terplatten mit einer sehr hohen Strukturdichte für Arbeitsfrequenzen oberhalb einem
20 GHz. Zur Minimierung von elektrischen Verlusten, insbesondere bei Leiterplatten im
Feinstleiterbereich, ist es dabei erforderlich, die Oberflächen der metallischen Leiterzü-
ge möglichst glatt zu gestalten. Dies bedeutet, dass der haftfeste Verbund zwischen dem
Fluorpolymer als Substratmaterial und dem metallischen Leiterzug ohne starkes Aufrau-
en des Substratmaterials realisiert werden muß. Analoge Anforderungen stehen für Ma-
25 terialien zur Herstellung verlustarmer elektrischer Kondensatoren.

In der GB 816641 wird eine Methode zur Metallisierung einer PTFE-Oberfläche be-
schrieben, bei der die PTFE-Oberfläche zunächst mit in flüssigem Ammoniak gelöstem
Natrium behandelt wird und danach aus einer Lösung eines Nickel-Salzes und eines
Natriumhypophosphites eine Nickelschicht auf die PTFE-Oberfläche aufgetragen wird.
30 Die Nickelschicht bildet die Grundlage für den Auftrag einer weiteren Metallschicht.
Auch in der DE 198 17 388 A1 wird eine Lösung beschrieben, bei der auf die glatte
Oberfläche eines Fluorpolymers zunächst mit dem Glimmentladungsverfahren eine erste
Nickel enthaltende Metallschicht durch Zersetzen flüchtiger Nickelverbindungen aufge-

bracht und nachfolgend auf die Nickelschicht eine zweite Metallschicht aus einem Metallisierungsbad abgeschieden wird. Ein so erzeugter Polymer/Metall-Verbund weist nach Aussage des Anmelders überraschenderweise eine hervorragende Haftfestigkeit auf. Nachteilig bei beiden Lösungen ist, dass grundsätzlich zunächst eine Nickelschicht
5 auf die Oberfläche des Fluorpolymers aufgebracht werden muß. Außerdem ist die Haftfestigkeit des geschaffenen Verbundes für viele technische Anwendungen nicht ausreichend.

Ferner ist bekannt, dass für eine dauerhafte Lackbeschichtung von aus Polymeren gefertigten Stoßstangen diese vor dem Lackieren einem Luftplasma ausgesetzt werden, um
10 durch die vergrößerte Oberflächenenergie des Kunststoffes eine besonders dauerhafte Beschichtung zu erzielen (Herold, Dr., Martin, Modifikation von Festkörperoberflächen und ihre Charakterisierung durch Ellipsometrie, Dissertation Universität Tübingen, 2001). Zur Schaffung eines haftfesten Verbundes ist die beschriebene Lösung aber nur bedingt geeignet.

15 Der Erfindung liegt das Problem eines haftfesten Verbundes zwischen einem Substratmaterial, dessen Oberfläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisen, mit einem anderen Material zugrunde sowie die Schaffung eines Verfahrens zur Herstellung eines entsprechenden
20 haftfesten Verbundes, wobei die Nachteile des Standes der Technik vermieden werden sollen.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch einen Verbund, der die Merkmale des ersten Patentanspruches aufweist, sowie ein Verfahren, dass die Merkmale des 5. Patentan-
25 spruches aufweist, gelöst. Die Patentansprüche 2 bis 4 beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen des Verbundes und die Patentansprüche 6 bis 10 vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens zur Herstellung des haftfesten Verbundes.

Es wurde gefunden, dass ein Verbund zwischen einem Substratmaterial, dessen Oberfläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit geringer
30 aktiver Oberflächenenergie, wie beispielsweise Fluorpolymere, aufweisen, und einem anderen Material, wie beispielsweise einem Metall, dann von besonderer Festigkeit ist, wenn das Substratmaterial nanostrukturiert in das andere Material übergeht, wobei dieser Übergang durch Nanokomposite, die sich aus dem Substratmaterial und dem ande-

- ren Material zusammensetzen, erfolgt, und die Materialanteile der Nanokomposite vom Substratmaterial in Richtung des anderen Materials ausgehend von überwiegend Substratmaterial zu überwiegend dem anderen Material übergehen. Der Übergangsbereich, innerhalb dessen das Substratmaterial nanostrukturiert in das andere Material übergeht, erstreckt sich dabei über eine Schichtdicke von wenigen Nanometern bis hin zu einigen Mikrometern (20 nm bis 20 µm). Er kann je nach Beschaffenheit und Oberflächenstruktur der Ausgangsoberfläche des Substratmaterials weitgehend eben, aber auch stark gewellt verlaufen, wobei sich die Welligkeit des Übergangsbereiches innerhalb der angegebenen Schichtdicke, d.h. wenigen Nanometern bis zu einigen Mikrometern bewegt.
- Der Verbund weist eine besonders hohe Festigkeit auf, wenn die Nanokomposite Metallanteile und/oder Metallverbindungen, insbesondere Metallpolymere, aufweisen. Die Haftfestigkeit eines erfindungsgemäßen Verbundes aus einem Substratmaterial und einem anderen Material, das kein Metall ist, kann also dadurch weiter erhöht werden, dass innerhalb des nanostrukturierten, Nanokomposite aufweisenden Übergangsbereiches Nanokomposite angeordnet sind, die zusätzlich zu den Substratmaterialanteilen und den Anteilen des anderen Materials Metallanteile und/oder Anteile von Metallverbindungen, insbesondere Metallpolymere, enthalten.
- Durch die Anordnung von diamantähnlichen Komponenten, wie α -C:H, enthaltenden Nanokompositen innerhalb des Übergangsbereiches werden die plastischen Eigenschaften des Übergangsbereiches wesentlich verbessert. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn das Substratmaterial dauerelastisch ist, beispielsweise zur Schaffung eines flexiblen Leitungsträgers.
- Ein für viele Anwendungsfälle günstiger Zusatzeffekt des erfindungsgemäßen Verbundes besteht darin, dass der nanostrukturierte, Nanokomposite aufweisende Übergangsbereich eine hydrophobe Versiegelung der Oberfläche des Substratmaterials bewirkt.
- Ein erfindungsgemäßer haftfester Verbund zwischen einem Substratmaterial, dessen Oberfläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisen, und einem anderen Material wird erfindungsgemäß hergestellt, indem eine nanozerklüftete Oberfläche und der entsprechende nanozerklüftete oberflächennahe Festkörperbereich des Substratmaterials aktiviert, d.h. physikalisch und/oder chemisch angeregt wird, und innerhalb des energetisch angeregten Zustandes der nanozerklüfteten Oberfläche bzw. des nanozerklüfteten oberflächenna-

nahen Festkörperbereiches ein partikelweiser Auftrag des anderen Materiales erfolgt, bis ein vollständiger Überzug der Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisenden Oberfläche des Substratmaterials mit dem anderen Material hergestellt ist. Die so erzeugte Schicht des anderen Materials kann im Weiteren mittels
5 bekannter Verfahren (z.B. nasschemisch und/oder elektrolytisch) bis zur gewünschten Schichtdicke aufgebaut werden.

Die Anregung der nanozerklüfteten Oberfläche und des nanozerklüfteten oberflächennahen Festkörperbereiches erfolgt mittels Ionen- und/oder Ionenstrahl- und/oder Plasma- und/oder Elektronenstrahl- und/oder Laserverfahren. Der partikelweise Auftrag des
10 anderen Materials kann durch PVD- und/oder CVD-Verfahren und/oder Kathodenzerstäubung erfolgen. Dabei sind sowohl in Bezug auf das oder die angewendete/n Anregungsverfahren als auch in Bezug auf das oder die angewendete/n Auftragsverfahren beliebige Kombinationen denkbar. Zu beachten ist jedoch, dass einige Verfahren zu ihrer Realisierung verschiedener technischer Einrichtungen bedürfen und daher ggf.
15 nicht gleichzeitig lokal realisiert werden können. Die Verfahren müssen dann hinsichtlich ihrer physikalischen Wirkung in unmittelbarer Abfolge oder alternierend zur Anwendung kommen, so dass die Verfahren quasi als einheitlicher Gesamtprozess auf die nanozerklüftete Oberfläche und den nanozerklüfteten oberflächennahen Festkörperbereich einwirken. Es kann dazu zweckmäßig sein, die Verfahren in unmittelbarer zeitlicher
20 Abfolge zu Anwendung zu bringen. Dies ist aber nicht zwingend erforderlich. Wichtig ist, dass die Wirkung des einen Verfahrens (des Anregungsverfahrens) noch anhält, wenn das andere Verfahren (das Auftragsverfahren) zur Anwendung gebracht wird. Hierin liegt die entscheidende Voraussetzung dafür, dass der nanostrukturierte, Nanokomposite aufweisende Übergangsbereich zwischen dem Substratmaterial und
25 dem anderen Material ausgebildet wird. Es ist für die Haftfestigkeit des Verbundes auch von besonderer Bedeutung, dass der quasi Gesamtprozess bis zur Ausbildung eines vollständigen Überzuges der Oberfläche des Substratmaterials mit dem anderen Material kommt, weil nur dann eine ausreichende Ausbildung der Nanokomposite aus Anteilen des Substratmaterials und des anderen Materials und ggf. eines zusätzlichen Anteiles
30 Metall oder einer Metallverbindung, insbesondere eines Metallpolymers, erfolgt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt in der Nanozerklüftung der Oberfläche und des oberflächennahen Festkörperbereiches des Substratmaterials. Es ist davon auszugehen, dass in der Natur „ideal“ glatte Oberflächen

nicht existieren, jede Oberfläche also eine gewisse Rauigkeit aufweist. Für die Erfindung, insbesondere die Anwendung der Erfindung zur Fertigung eines im GHz-Bereich anwendbaren Leiterplattenmaterials, ist es aber wichtig, einen haftfesten Verbund zu schaffen, ohne dass die einander zugewandten Flächen der verbundenen Materialien eine große Rauigkeitstiefe aufweisen. Zur Realisierung eines solchen haftfesten Verbundes ist es notwendig, die Oberfläche des Substratmaterials so zu strukturieren, dass ein nanostrukturierter Übergangsbereich mit Nanokompositen ausgebildet wird. Dies wird durch eine Nanozerklüftung der Oberfläche und des oberflächennahen Festkörperbereiches erreicht. Diese Nanozerklüftung ist einer fraktalen Strukturierung vergleichbar und weist geometrische Strukturelemente im Nanometerbereich (einige 100 Nanometer bis wenige Mikrometer), sogenannte Nanoklippen, auf. Sie zeichnet sich einerseits durch eine geringe mikroskopische Rauigkeitstiefe aus, weist aber andererseits ein großes Verhältnis Oberfläche zu geometrischer Grundfläche auf. Die Nanozerklüftung der Oberfläche führt zu der physikalischen Tatsache, dass nahezu an jedem Ort der Oberfläche unterschiedliche mechanische, chemische, polare usw. und damit oberflächenenergetische Bedingungen vorhanden sind. Dies stellt letztlich die Voraussetzung dafür dar, dass ein nanostrukturierter, Nanokomposite enthaltender Übergangsbereich ausgebildet wird. Zur Ausbildung einer entsprechenden Nanozerklüftung der Oberfläche und des oberflächennahen Festkörperbereiches der Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisenden Substratmaterials sind z.B. die Ionenspurtechnologie und/oder nasschemische Verfahren bekannt.

Anhand der nachfolgenden Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung und ihre vorteilhaften Wirkungen weiter erläutert werden. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

25 Figur 1 einen Querschnitt durch eine nanozerklüftete Oberflächenschicht, in
Figur 2 einen Ausschnitt der nanozerklüfteten Oberflächenschicht mit Nanoklippen, in
Figur 3 einen Querschnitt durch einen PTFE-Kupferverbund mit einem Nanokomposite aufweisenden Übergangsbereich und in
30 Figur 4 einen Ausschnitt des PTFE-Kupferverbundes mit deutlich dargestellten Nanokompositen im Übergangsbereich.

Haftfester Verbund zwischen einem Glasgewebe-PTFE-Komposit und Kupfer

Ein Folienmaterial 1, bestehend aus einem Glasgewebe-PTFE-Komposit mit einer mindestens 20 µm dicken PTFE-Oberflächenschicht, wird in einer Vakuumkammer periodisch an einer Ionenquelle vorbeigeführt und dabei mit einem gerichteten Ionenstrahl bearbeitet. Die Ionen werden mit einer Spannung von 5 keV beschleunigt. Der Abstand zwischen der Ionenquelle und der Folienoberfläche beträgt ca. 10 cm. Als Prozessgas wird Argon bei einem Druck von $2 \cdot 10^{-4}$ mbar verwendet. Die Bestrahlungsdichte beträgt 1 mA/cm². Der Prozess wird so lange durchgeführt, bis eine effektive Expositionszeit der gesamten Folienoberfläche von ca. einer Minute erreicht ist. Die PTFE-Oberflächenschicht weist danach über einen Bereich von 2 bis 6 µm Dicke eine Nanozerklüftung 2 mit Nanoklippen 3 auf, wie in Figur 1 bzw. in Figur 2 schematisch dargestellt. Die PTFE-Oberflächenschicht ist infolge des Ionenbeschusses aktiviert, d.h. die Polymermoleküle sind physikalisch und/oder chemisch angeregt. Ohne zeitlichen Verzug erfolgt danach eine weiterführende Bearbeitung des angeregten nanozerklüfteten Bereiches der PTFE-Oberflächenschicht derart, dass mittels eines Magnetrons Kupferpartikel auf die nanozerklüftete PTFE-Oberfläche aufgetragen werden und alternierend dazu ein weiterer Ionenbeschuss des nanozerklüfteten Bereiches 2 der PTFE-Oberflächenschicht erfolgt. Das Auftragen der Kupferpartikel mittels Katodenzerstäubungsprozess und der weitere Ionenbeschuss erfolgen alternierend im zeitlichen Rhythmus von ca. 3 s. Sie wirken damit quasi als einheitlicher Gesamtprozess. Nach ca. 20 s effektiver Zeit (bezogen auf jedes Flächenelement der PTFE-Oberflächenschicht) in alternierender Bearbeitung von Kupferpartikelaufrag auf die nanozerklüftete PTFE-Oberfläche und Ionenbeschuss hat sich eine geschlossene Kupferschicht 4 ausgebildet, die im Folgenden im Magnetron mittels Katodenzerstäubung bis zu einer Schichtdicke zwischen 0,3 und 1,0 µm ausgebaut wird.

Zwischen der PTFE-Oberflächenschicht des Glasgewebe-PTFE-Komposit 1 und der aufgetragenen Kupferschicht 4 ist ein Nanokomposite 5 aus PTFE und Kupfer aufweisender Übergangsbereich 6 entstanden, innerhalb dessen das PTFE schrittweise in das Kupfer übergeht, d.h. die aus PTFE und Kupfer bestehenden Nanokomposite 5 weisen von der PTFE-Schicht 1 ausgehend einen zunehmend höheren Anteil an Kupfer auf, bis sie letztlich in die metallische Kupferschicht 4 übergehen. Die Figur 3 und 4 veranschaulichen diesen Übergangsbereich 6, wobei die Dichte der Schraffurlinien der in

Figur 4 deutlich dargestellten Nanokomposite tendenziell den Anteil des jeweiligen anderen Materials im Nanokomposit 5 veranschaulicht.

Der zwischen dem Glasgewebe-PTFE-Komposit 1 mit einer PTFE-Oberflächenschicht und dem Kupfer 4 erzeugte Verbund in Form eines Nanokomposite 5 aus PTFE und Kupfer aufweisenden Übergangsbereiches 6 mit vom PTFE in Richtung Kupfer zunehmenden Kupferanteil der Nanokomposite 5 besitzt eine Haftfestigkeit von $>1,6 \text{ N/mm}$. Die dem PTFE 1 zugewandten Seite der aufgetragenen Kupferschicht 4 besitzt eine effektive Rauigkeit von 1 bis $2 \text{ }\mu\text{m}$. Die haftfest mit dem PTFE 1 verbundene Kupferschicht 4 kann nachfolgend galvanisch oder chemisch bis zu einer gewünschten Schichtdicke beispielsweise zwischen 3 und $70 \text{ }\mu\text{m}$ aufgebaut werden.

Beispiel 2

Haftfester Verbund zwischen Polyethylentheraphtalat (PET) und Aluminiumoxid (Die Figuren 1 bis 4 veranschaulichen dieses Beispiel in analoger Weise.)

Eine Polyethylentheraphtalatfolie (PET) 1, deren Oberfläche bereits in einem vorangegangenen Bearbeitungsschritt mittels Ionenspurtechnologie bearbeitet wurde und die eine, wie in den Figuren 1 und 2 gezeigte, nanozerklüftete Oberflächenstruktur 2 mit Nanoklippen 3 aufweist, wird in einer Vakuumkammer an einem Ionenstrahl aus einer Ionenquelle mit einer Beschleunigungsspannung von 3 kV bei einem Druck von $8 \cdot 10^{-4} \text{ mbar}$ vorbeigeführt und so aktiviert. Die Aktivierung erfolgt innerhalb einer effektiven Bearbeitungszeit von ca. 20 s. Unmittelbar folgend werden mittels eines Magnetrons auf die aktivierte eine nanozerklüftete Oberflächenstruktur 2 mit Nanoklippen 3 aufweisende Folienoberfläche unter Sauerstoff Aluminiumpartikel aufgetragen, die infolge des Sauerstoffes während des Auftrages überwiegend zu Aluminiumoxidpartikeln oxidieren. Alternierend zu diesem Katodenzerstäubungsprozess wird die PET-Folie 1 erneut an der Ionenquelle vorbeigeführt. Katodenzerstäubungsprozess und Ionenbeschuss erfolgen so alternierend, d.h. im zeitlichen Wechsel von je ca. 3 s, dass sich die Wirkungen beider Prozesse zu einem quasi Gesamtprozess überlagern. Nach etwa 20 s effektiver Bearbeitungszeit von alternierendem Katodenzerstäubungsprozess und Ionenbeschuss ist eine Nanokomposite 5 aus PET, Aluminium und Aluminiumoxid aufweisender Übergangsbereich 6 vom PET-Grundkörper 1 zum Aluminiumoxid 4 entstanden, innerhalb dessen Nanokomposite 5 von der dem PET-Grundkörper 1

zugewandten Seite des Übergangsbereiches 6 mit hohem Anteil an PET zu Nanokompositen 5 mit hohem Anteil an Aluminiumoxid an der dem PET-Grundkörper 1 abgewandten Seite des Übergangsbereiches 6 übergehen. Auf diesen Übergangsbereich 6 wird im Folgenden bei einem Druck von $5 \cdot 10^{-3}$ bis $7 \cdot 10^{-3}$ mbar Aluminiumoxid aufgetragen, indem unter Zugabe von Sauerstoff thermisch Aluminium verdampft wird, dass infolge des Sauerstoffes oxidiert und als Aluminiumoxid auf der Oberfläche des Übergangsbereiches 6 abgeschieden wird. Dieser Prozess wird bis zu einer Schichtdicke des Aluminiumoxides 4 von 10 μm bis 20 μm fortgesetzt.

Mit dem vorstehend beschriebenen Verfahren wurde ein haftfester Verbund zwischen
10 Polyethylentheraphtalatfolie (PET) 1 und Aluminiumoxid 4 geschaffen, der von einem Nanokomposite 5 aus PET, Aluminium und Aluminiumoxid aufweisenden nanostrukturierten Übergangsbereich 6 gebildet wird.

Patentansprüche

5

1. Haftfester Verbund eines Substratmaterials, dessen Oberfläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisen, mit einem anderen Material, gekennzeichnet dadurch,

10

dass zwischen den verbundenen Materialien (1, 4) ein nanostrukturierter, Nanokomposite (5) aufweisender Übergangsbereich (6) ausgebildet ist, innerhalb dessen das Polymerverbindungen aufweisende Material der Substratoberfläche und des substratoberflächennahen Festkörperbereiches (1) nanostrukturiert in das andere Material (4) übergeht.

15

2. Haftfester Verbund nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass der Übergangsbereich (6) Metallanteile und/oder Metallverbindungen, insbesondere Metallpolymere, enthaltende Nanokomposite (5) aufweist.

20

3. Haftfester Verbund nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass der Übergangsbereich (6) diamantähnliche Komponenten, wie α -C:H enthaltende Nanokomposite (5), aufweist.

25

4. Haftfester Verbund nach Anspruch 1, 2 oder 3, gekennzeichnet dadurch, dass der Übergangsbereich (6) Fluorpolymere enthaltende Nanokomposite (5) aufweist.

30

5. Verfahren zur Herstellung eines haftfesten Verbundes eines Substratmaterials, dessen Oberfläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweist, mit einem anderen Material, gekennzeichnet dadurch,
- 5 dass zunächst eine Nanozerklüftung des Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisenden oberflächennahen Festkörperbereiches des Substratmaterials (1) erfolgt, die nanozerklüftete Oberfläche (2) aktiviert wird und unmittelbar danach, d.h. innerhalb des Zeitraumes des energetischen, d.h. physikalischen- und/oder chemischen, Anregungszustandes der Polymermoleküle oder alternierend oder parallel zur Aktivierung ein partikelweiser Auftrag des anderen Materials erfolgt, bis ein vollständiger Überzug der Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisenden Oberfläche des Substratmaterials (1) mit dem anderen Material (4) erreicht ist.
- 10
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, gekennzeichnet dadurch,
- dass die Nanozerklüftung (2) des Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisenden oberflächennahen Festkörperbereiches des Substratmaterials (1) bereits in einem unabhängigen Vorbehandlungsverfahren durchgeführt wird.
- 20
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet dadurch,
- 25 dass die Aktivierung des Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächenenergie aufweisenden oberflächennahen Festkörperbereiches des Substratmaterials (1) durch Ionen- und/oder Ionenstrahl- und/oder Plasma- und/oder Elektronenstrahl- und/oder Laserverfahren erfolgt.
- 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet dadurch,
- dass der partikelweise Auftrag des anderen Materials (4) durch PVD- und/oder CVD-Verfahren und/oder Kathodenzerstäubung erfolgt.

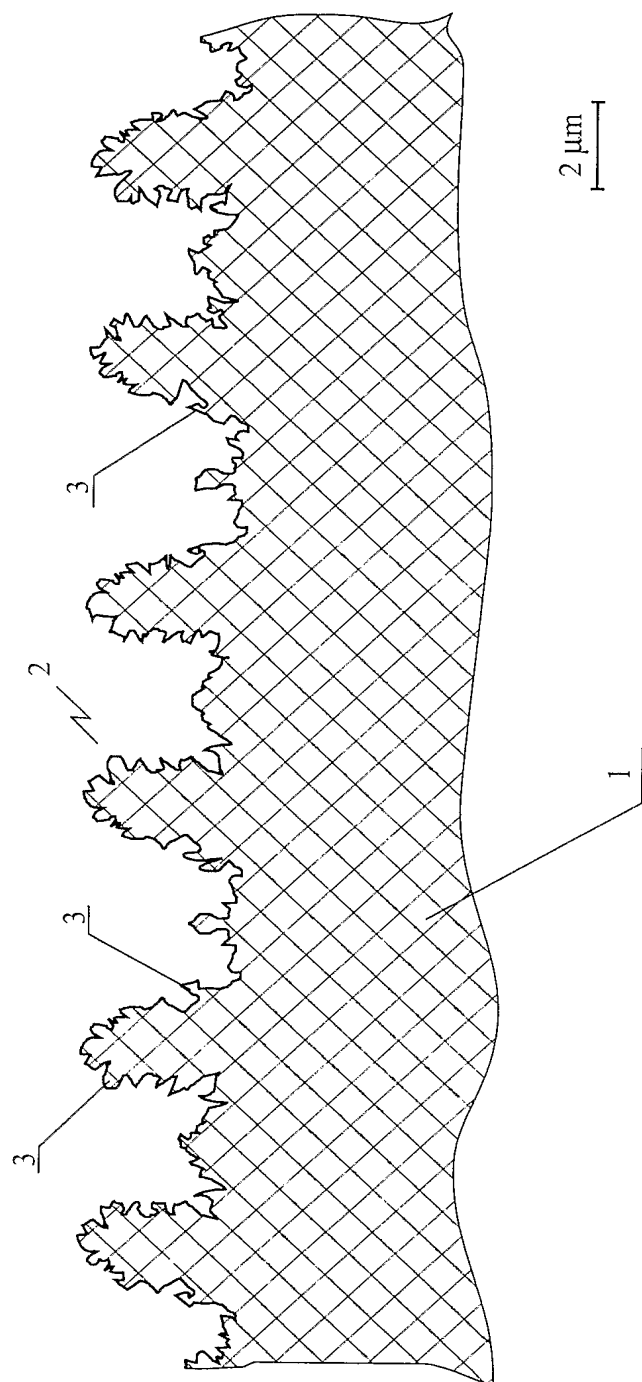
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
gekennzeichnet dadurch,
dass für den Fall, dass das andere Material (4) kein Metall ist, zu Beginn oder wäh-
rend der ersten Phase des partikelweisen Auftragens des anderen Materials Metall-
5 anteile auf die aktivierte, nanozerklüftete Polymerverbindungen mit geringer aktiver
Oberflächenenergie aufweisende Oberfläche (2) des Substratmaterials (1) aufge-
tragen werden.
- 10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9,
gekennzeichnet dadurch,
dass die Aktivierung des Polymerverbindungen mit geringer aktiver Oberflächen-
energie aufweisenden oberflächennahen Festkörperbereiches des Substratmaterial-
15 les (1) und der partikelweise Auftrag des anderen Materials im Vakuum, vorzugs-
weise in einem Druckbereich zwischen $1 \cdot 10^{-1}$ und $1 \cdot 10^{-5}$ mbar, erfolgen.

Zusammenfassung

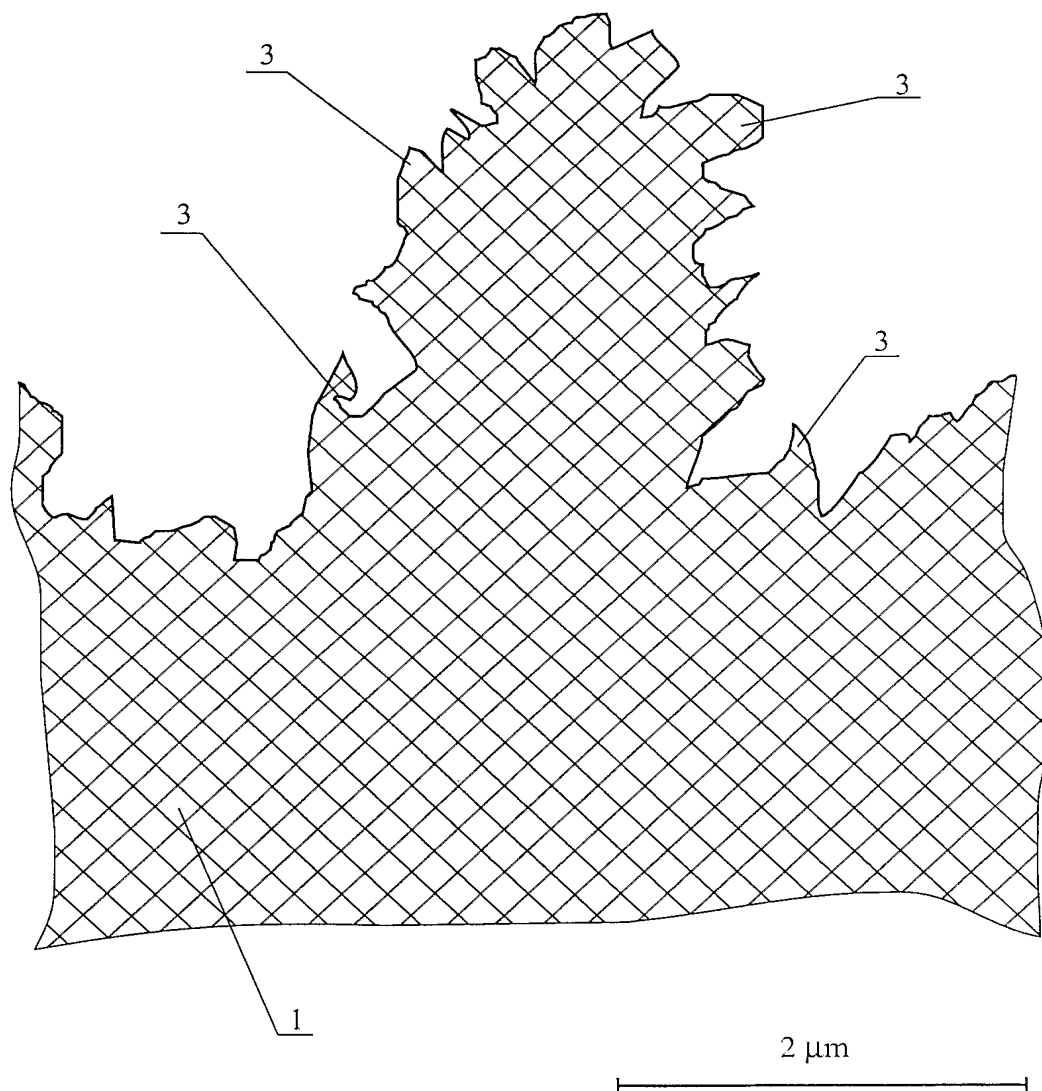
Die Erfindung betrifft einen haftfesten Verbund eines Substratmaterials(1), dessen O-
5 berfläche und der oberflächennahe Festkörperbereich Polymerverbindungen mit gerin-
ger aktiver Oberflächenenergie aufweisen, mit einem anderen Material (4) und ein Ver-
fahren zur Herstellung eines entsprechenden haftfesten Verbundes. Insbesondere betrifft
die Erfindung ein haftfest metallisiertes Fluorpolymer, wie Polytetrafluorethylen
(PTFE), als Basismaterial für Leiterplatten mit einer sehr hohen Strukturdichte (Fein-
10 und Feinstleiterplatten) für den Einsatz im GHz-Bereich und ein Verfahren zur haftfes-
ten Metallisierung eines entsprechenden Fluorpolymers.

Erfindungsgemäß wird der haftfeste Verbund durch einen nanostrukturierten, Nano-
komposite enthaltenden Übergangsbereich (6) zwischen dem Substratmaterial (1) und
dem anderen Material (4) gebildet, innerhalb dessen das Substratmaterial (1) nanostruk-
15 turisiert in das andere Material (4) übergeht. Die Nanokomposite setzen sich aus Substrat-
material (1) und dem anderen Material (4) zusammen, wobei die Materialanteile der Na-
nokomposite vom Substratmaterial (1) in Richtung des anderen Materials (1) ausgehend
von überwiegend Substratmaterial (1) zu überwiegend dem anderen Material (4) über-
gehen. Erzeugt wird ein erfindungsgemäßer haftfester Verbund, indem eine
20 nanozerklüftete Oberfläche des Substratmaterials (1) physikalisch und/oder chemisch
angeregt wird und innerhalb des angeregten Zustandes ein partikelweiser Auftrag des
anderen Materials (4) erfolgt, bis ein vollständiger Überzug der Oberfläche des
Substratmaterials (1) mit dem anderen Material (4) hergestellt ist.

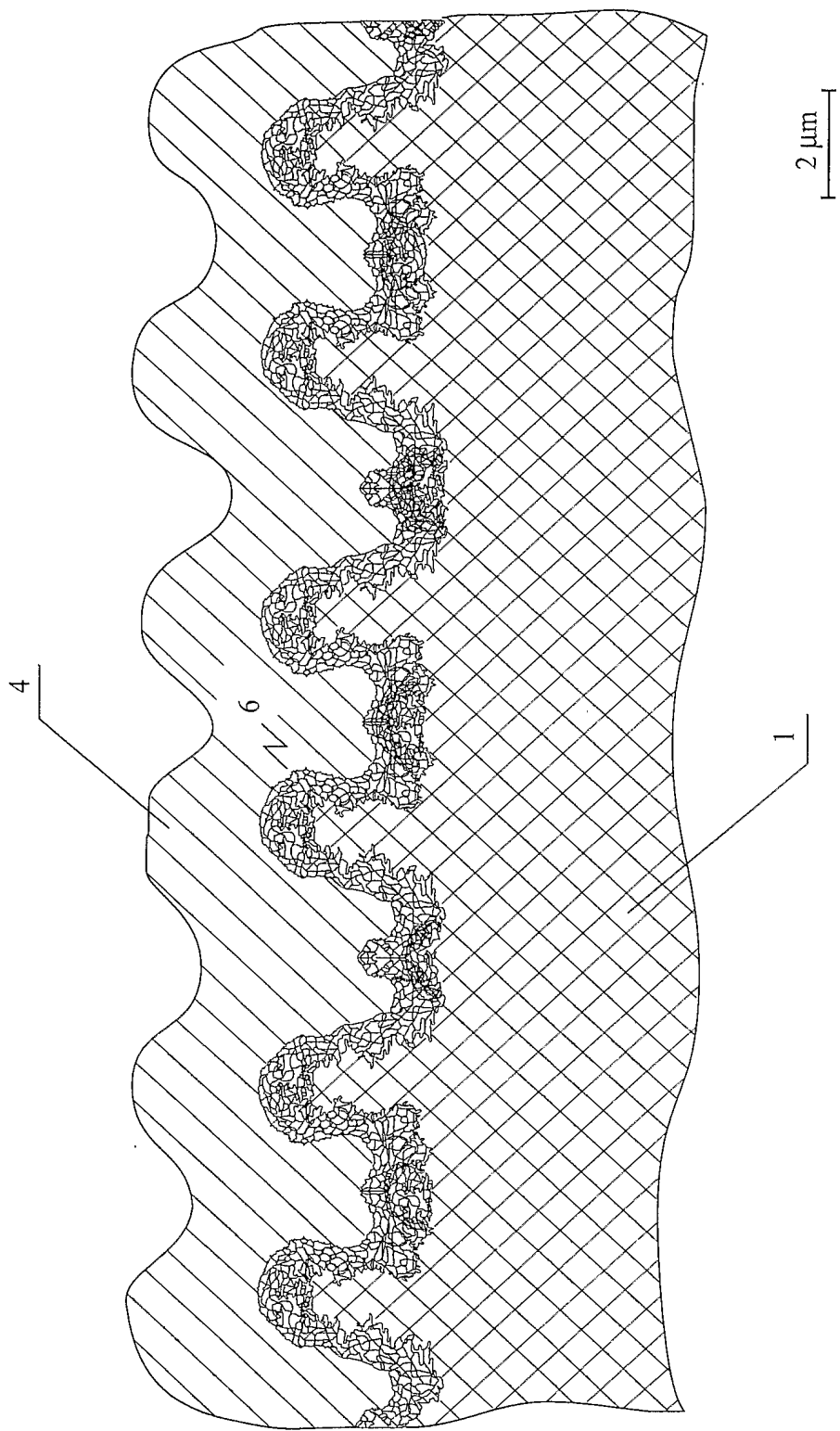
25 Figur 3



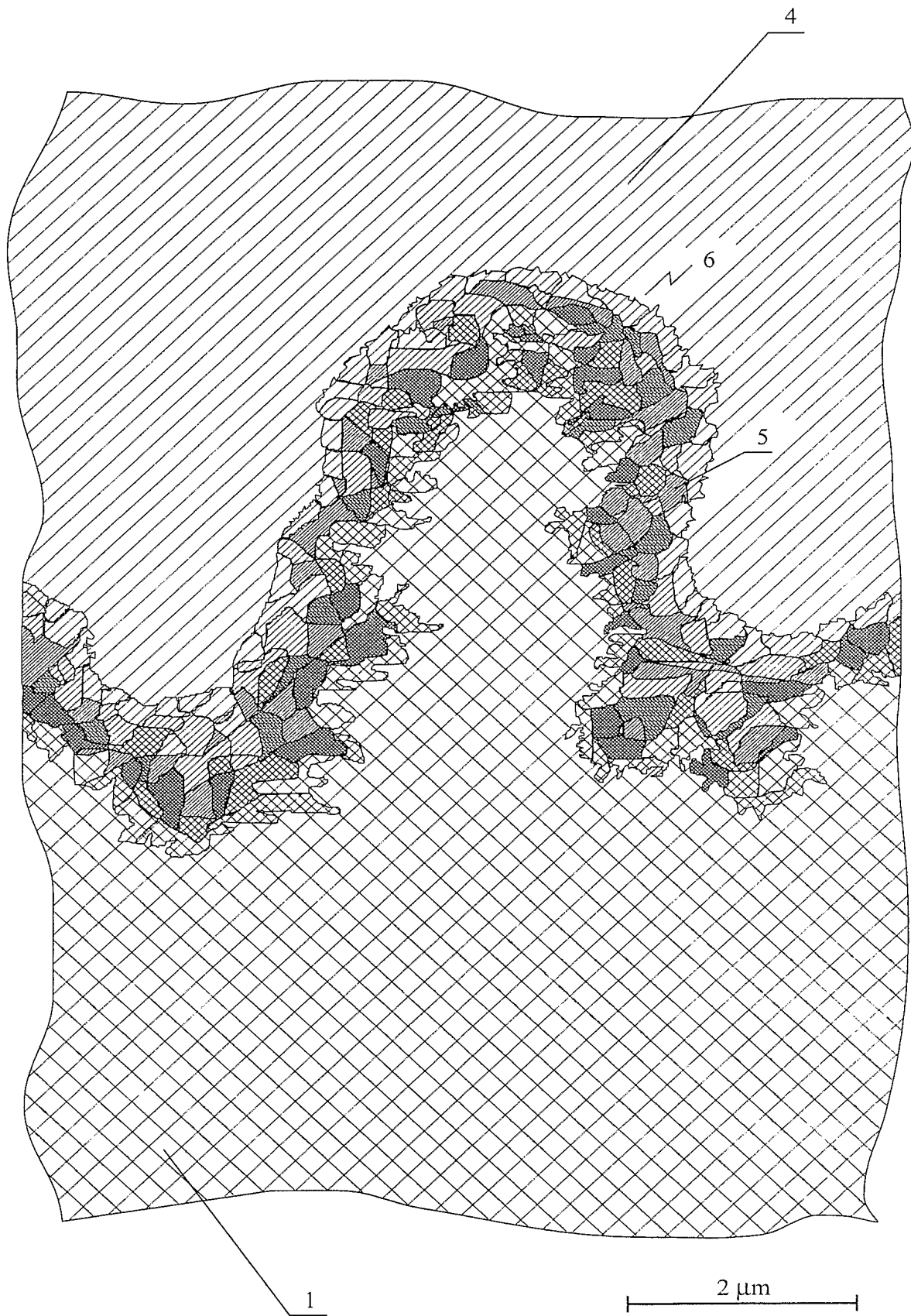
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4